



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 038 575 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
27.09.2000 Patentblatt 2000/39

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B01J 19/24, B01J 8/02,  
B01J 8/00

(21) Anmeldenummer: 00102512.1

(22) Anmeldetag: 05.02.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erreichungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 19.03.1999 DE 19912318

(71) Anmelder: XCELLSIS GmbH  
73230 Kirchheim / Teck-Nabern (DE)

(72) Erfinder:  
• Birk, Wolfram  
73235 Weißenheim (DE)

• Brauchle, Stefan  
88400 Biberach/Riss (DE)  
• Wolfsteiner, Matthias  
91793 Alersheim (DE)

(74) Vertreter:  
Kocher, Klaus-Peter Dipl.-Phys et al  
DaimlerChrysler AG,  
Intellectual Property Management,  
FTP/A-C106  
70546 Stuttgart (DE)

## (54) Plattenreaktor

(57) Die Erfindung betrifft einen Plattenreaktor mit mindestens zwei parallel durchströmten Kanälen und zumindest einem den durchströmten Kanälen zugeordneten Verteilerkanal und einem den durchströmten Kanälen zugeordneten Sammelkanal, wobei Medien durch den Verteilerkanal-Eingang in den Verteilerkanal einleitbar und zu den durchströmten Kanälen zuführbar und aus den durchströmten Kanälen in den Sammelkanal durch den Ausgang des Sammelkanals abführbar sind und wobei ein Einlegekörper in den Verteilerkanal eingelegt ist, wobei der Einlegekörper im Strömungsweg des Mediums angeordnet ist und der Einlegekörper entlang des Verteilerkanals in Strömungsrichtung eine abnehmende Durchlässigkeit für das Medium aufweist und/oder im Sammelkanal im Strömungsweg des Mediums ein Einlegekörper eingelegt ist, der entlang des Sammelkanals in Strömungsrichtung eine zunehmende Durchlässigkeit aufweist.

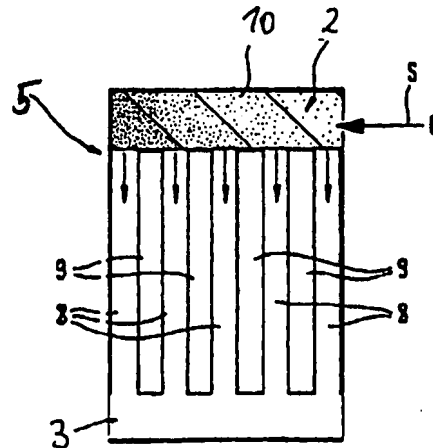


Fig. 4

EP 1 038 575 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Plattenreaktor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der AT 321 952 ist ein katalytischer Reaktor bekannt, bei dem zur Erzielung einer gleichmäßigen Gasverteilung in dem Reaktorbett des Reaktors ein kegel- oder konusförmiger Verdrängungskörper als Einbau im Gaseinlaßkanal vorgesehen ist.

[0003] Um die Gleichverteilungsprobleme gasförmiger und/oder flüssiger Mengenströme auf die parallelgeschalteten Räume eines Plattenreaktors zu verbessern, ist es bekannt, ein optimales Verhältnis von Verteilerkanaldurchmesser zu Sammelkanaldurchmesser einzustellen. Bei der Verwendung von Plattenreaktoren sind jedoch hinsichtlich der Verteilung gasförmiger oder flüssiger Mengenströme hohe Anforderungen gestellt. Dies gilt vor allem für direkt beheizte Komponenten, bei denen in jedem Gas- und Reaktionsraum ausgewogene Energie- und Stoffumsetzungsbedingungen gewährleistet sein müssen. Diese hohen Anforderungen können nur durch zusätzliche Maßnahmen zur Gewährleistung einer Gleichverteilung erreicht werden. Ein Plattenreaktor dieses Typs ist z.B. in der Druckschrift DE 197 53 720 beschrieben. Durch zusätzliche Maßnahmen wird jedoch der Plattenreaktor aufwendiger und teurer.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Plattenreaktor mit einer möglichst gleichmäßigen Mengenstromverteilung zu schaffen.

[0005] Die Aufgabe wird bei einem Plattenreaktor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß wird im Strömungsweg eines Mediums in einen Verteilerkanal und/oder Sammelkanal ein Einlegekörper eingelegt, um die Massenstromverteilung in Reaktions- und/oder Kühlkanälen des Reaktors zu homogenisieren. Der Einlegekörper weist in Strömungsrichtung eine veränderliche Durchlässigkeit für das Medium auf.

[0007] Die Massenstromverteilung des Mediums entlang des Verteiler- und/oder Sammelkanals kann so gezielt beeinflusst werden.

[0008] Weitere Ausgestaltungen und Verbesserungen sind der Beschreibung und den weiteren Ansprüchen zu entnehmen. Es zeigen

Fig. 1 eine besonders bevorzugte Anordnung eines mehrlagigen Einlegekörpers (Fig. 1a), eines einlagigen Einlegekörpers (Fig. 1b) und die Massenstromverteilung in einem Reaktor mit erfindungsgemäßem Einlegekörper (Fig. 1c),

Fig. 2 einen schematischen Querschnitt durch eine Stufe eines bevorzugten Plattenreaktors,

Fig. 3 ein bevorzugtes Einlegekörpers im Verteilerkanal.

Fig. 4 eine Anordnung mit einem bevorzugten Einlegekörper,

Fig. 5 eine Anordnung mit einem weiteren bevorzugten Einlegekörper im Verteilerkanal mit symmetrischer (Fig. 5a) und asymmetrischer (Fig. 5b) Ausgestaltung und

Fig. 6 eine vorteilhafte Lanze zum Zudosieren von Reaktionsmedien.

[0009] Die Erfindung ist anhand eines Plattenreaktors beschrieben, bei dem Kühlkanäle und Reaktionskanäle alternierend angeordnet sind. Die Medienzufuhr erfolgt vorzugsweise über einen Verteilerkanal, die Medienabfuhr über einen Sammelkanal. Es ist jedoch möglich, die Erfindung auch bei anderen Arten von Plattenreaktoren anzuwenden, ebenso kann sie bei mehrstufigen Plattenreaktoren eingesetzt werden.

[0010] In Fig. 1 ist eine besonders bevorzugte Ausgestaltung eines Einlegekörpers in einem medienführenden Kanal 1 eines Reaktors dargestellt. Kanal 1 kann ein Verteilerkanal oder ein Sammelkanal sein. Es wird ein bevorzugter sogenannter Z-Strömer betrachtet. Der erfindungsgemäße Gedanke gilt jedoch auch entsprechend für andere Strömungsanordnungen, etwa U-Strömer.

[0011] Der Einlegekörper stellt ein Mittel dar, um die Strömungsverteilung des Mediums insbesondere in den Reaktions- und/oder Kühlkanälen des Reaktors zu homogenisieren. Die in den Fig. 1a, 1b dargestellten Einlegekörper 4 sind dünne, im wesentlichen am Umfang des Kanals 1, z.B. eines Verteilerkanals 2 und/oder Sammelkanals 3, anliegende poröse Bauteile, insbesondere Metallvliese, Lochbleche, Netze, Keramikteile. Die Einlegekörper 4 sind so dünn, daß sie den Querschnitt des jeweiligen Kanals 1 praktisch nicht verengen. Der Einlegekörper 4 ist im Strömungsweg des Mediums 6 angeordnet. Ein Medium 6 mit einer Strömungsrichtung S im Kanal 1 strömt durch den Einlegekörper 4, wenn es aus dem Verteilerkanal 2 in die entsprechenden Reaktionsräume oder Kühlräume eintritt, bzw. wenn es von dort in den Sammelkanal 3 eintritt.

[0012] Obwohl der Querschnitt des Kanals 1 durch den Einlegekörper 4 praktisch nicht verändert wird, kann trotzdem eine deutliche Verbesserung der Gleichverteilung des Mediums 6 erreicht werden. Die Wirkung beruht hier nicht auf einer Querschnittsverengung des Kanals 1, sondern auf einer Erhöhung des Druckverlusts des Mediums 6 beim Verlassen des Verteilerkanals 2 bzw. beim Eintritt in den Sammelkanal 3.

[0013] Der Einlegekörper 4 zeigt einen längs des Kanals 2, 3 veränderlichen Widerstandsbeiwert  $\xi$ . Der Widerstandsbeiwert ist gegeben durch  $\xi = (2 \cdot \Delta p_v) / (\rho \cdot w^2)$ , wobei  $\Delta p_v$  der Druckverlust,  $\rho$  die Dichte des strömenden Mediums und  $w$  die Mediengeschwindigkeit ist.

[0014] In der Ausführung gemäß Fig. 1a wird entlang der Lauflänge L des Verteilerkanals 2 in Strömungsrichtung S in bestimmten Abständen jeweils eine zusätzliche Lage 4.1, 4.2 des Einlegekörpers 4 mit jeweils geringerem Durchmesser als die vorangehende Lage eingeführt. Die Durchlässigkeit des Einlegekörpers nimmt in Strömungsrichtung ab, d.h. der Widerstandsbeiwert  $\xi$  nimmt zu.

[0015] Im ersten Drittel des Verteilerkanals 2, in Strömungsrichtung S gesehen, ist kein Einlegekörper vorgesehen. Nach etwa einem Drittel der Lauflänge L des Kanals 1 ist eine erste Lage 4.1 des Einlegekörpers 4 angeordnet, nach etwa zwei Dritteln der Lauflänge L des Kanals 1 ist eine weitere Lage 4.2 des Einlegekörpers 4 angeordnet. Die zweite Lage 4.2 hat einen kleineren Durchmesser als die erste Lage 4.1. Entlang der Lauflänge L verringert sich damit segmentweise die Durchlässigkeit des Einlegekörpers 4 für das Medium 6, d.h. der Widerstandsbeiwert  $\xi$  erhöht sich. Für einen Sammelkanal 3 in einem bevorzugten Z-Strömer ist die Anordnung zweckmäßigerweise so ausgestaltet, daß die Durchlässigkeit des Einlegekörpers 4 auch entlang des Sammelkanals 3 in Strömungsrichtung S des Mediums 6 abnimmt. Ohne Einlegekörper 4 würde der Massenstrom durch die Kanäle im rechten Bereich der Figur höher sein als im linken Bereich. Die Massenstromverteilung ist mit dem Einlegekörper dagegen homogener.

[0016] Während bei einem Z-Strömer das Medium 6 in Verteiler- und Sammelkanal 2, 3 gleichsinnig strömt, strömt bei einem U-Strömer das Medium 6 in Verteiler- und Sammelkanal gegensinnig. Dabei kann je nach Ausgestaltung der Massenstrom in Strömungsrichtung zunehmen oder abnehmen. Ein Einlegekörper ist gemäß der Erfindung demnach so zu gestalten, daß in dem Bereich des Verteiler- und/oder Sammelkanals, in dem ohne Einlegekörper ein höherer Mengenstrom als benachbart dazu herrschen würde, der Einlegekörper eine geringere Durchlässigkeit aufweisen sollte als in jenen benachbarten Bereichen.

[0017] In einer bevorzugten Ausführung sind die einzelnen Lagen 4.1, 4.2 jeweils im wesentlichen gleichartig, insbesondere mit gleicher Durchlässigkeit ausgebildet; jedoch können die einzelnen Lagen 4.1, 4.2 auch in der Dicke und/oder Durchlässigkeit oder auch im Material unterschiedlich sein. Der Einlegekörper 4 kann auch mehr als zwei Einzellagen aufweisen. Die Abstufung der verschiedenen Einzellagen 4.1, 4.2, ... des Einlegekörpers 4 kann je nach Bedarf grob oder fein sein, so daß sich die Durchlässigkeit des Einlegekörpers 4 entlang der Lauflänge des Kanals 1 quasikontinuierlich verändert oder aber segmentweise konstant ist und von Segment zu Segment der Lauflänge L des Kanals 1 sich ändert.

[0018] In Fig. 1b ist eine weitere bevorzugte Weiterbildung dargestellt, bei der der Einlegekörper 4 nur aus einer Einzellage besteht, die aber entlang der Lauflänge L des Kanals 1 eine veränderliche Durchlässigkeit aufweist. Vorzugsweise wird ein Einlegekörper 4 verwen-

det, dessen Porosität entlang seiner Längserstreckung variiert. Bei einem Z-Strömer würde die Durchlässigkeit des Einlegekörpers 4 wiederum in Strömungsrichtung abnehmen, während sie bei einem U-Strömer zunehmen oder abnehmen könnte.

[0019] Bei einem Plattenreaktor, bei dem ohne Einlegekörper etwa in der Mitte des Verteiler- und/oder Sammelkanals 2, 3 ein höherer Massenstrom als vor oder hinter der Kanalmitte herrschen würde, ist ein Einlegekörper vorzugsweise so auszugestalten, daß dieser in Strömungsrichtung erst eine zur Mitte des Verteiler- und/oder Sammelkanals 2, 3 abnehmende Durchlässigkeit und nach der Mitte dann wieder eine zunehmende Durchlässigkeit aufweist.

[0020] In Fig. 1c sind Meßwerte einer Mengenstromverteilung in einem Plattenwärmetauscher dargestellt. Der Plattenwärmetauscher ist als Z-Strömer ausgebildet, d.h. die Strömungsrichtung entlang der Lauflänge L in Verteilerkanal 2 und Sammelkanal 3 ist gleichsinnig. Auf der x-Achse sind die Räume des Mediums, z.B. Reaktionsräume, im Plattenwärmetauscher aufgetragen, wobei die Strömung im Verteilerkanal von rechts nach links verläuft. Auf der y-Achse sind die zugehörigen gemessenen Medientemperaturen, die im wesentlichen zu den Massenströmen in Reaktionsräumen bzw. Kühlräumen proportional sind, aufgetragen.

[0021] Kurve A gibt die Werte wieder, wenn keine Einlegekörper 4 in Verteiler- und/oder Sammelkanal 2, 3 vorgesehen sind. Die Mengenstromverteilung variiert in dem speziellen Platten-Wärmetauscher um mehr als eine Größenordnung.

[0022] Mit einem konusförmigen Einlegekörper 7 gemäß Fig. 2 in einem medienführenden Verteiler- und/oder Sammelkanal eines Plattenreaktors ist die Mengenstromverteilung dagegen bereits etwas verbessert. Dies zeigt Kurve B. Es wurde jedoch noch keine Optimierung des Einlegekörpers 7 als Funktion der Kanalgeometrie und der Strömungsverhältnisse durchgeführt, so daß noch weitere Verbesserungen möglich sind.

[0023] Mit einem Einlegekörper 4 mit variabler Durchlässigkeit zeigt sich jedoch bereits eine deutliche Verbesserung. Dies wird durch Kurve C ersichtlich. Die Mengenstromverteilung variiert entlang der Lauflänge L des Kanals nur noch um etwa einen Faktor 2. Auch hier läßt sich noch eine weitere Verbesserung erzielen, da keine Optimierung der Geometrie der Anordnung vorgenommen wurde.

[0024] Die Fig. 2 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines bevorzugten Plattenreaktors 5 mit einem Einlegekörper 7 in einem Verteilerkanal 2, welcher den zugeführten Mengenstrom eines Mediums 6 in einzelne Reaktionsräume 8 verteilt und der zusätzlich zu einem Einlegekörper gemäß Fig. 1 vorgesehen ist.

[0025] Der Einlegekörper 7 kann aus einem einzigen Körper gebildet sein oder auch aus mehreren Einzelteilen, die zusammen den Einlegekörper 7 bilden. Der Übersichtlichkeit wegen ist der Einlegekörper 4

gemäß Fig. 1 nicht dargestellt. Dies gilt auch für die folgenden Ausführungsbeispiele. Auch sind die Überlegungen für Z-Strömer für U-Strömer bzw. andere Ausgestaltungen für Verteiler- und Sammelkanäle entsprechend anzupassen.

[0026] Der Plattenreaktor 5 weist dabei eine Mehrzahl von parallel zueinander angeordneten Reaktionskanälen 8 auf, welche durch parallele Kühlkanäle 9 voneinander getrennt sind. Die Medienzufuhr in die Reaktionskanäle 8 erfolgt über einen Verteilerkanal 2 in einer Strömungsrichtung S. Die Strömungsrichtung des Mediums 6 in den Reaktionskanälen 8 verläuft vorzugsweise senkrecht zu der in den Kühlkanälen 9. Die Summe der Reaktionskanäle 8 und die Summe der Kühlkanäle 9 bilden jeweils den Reaktionsraum 8 bzw. den Kühlraum 9 des Reaktors 5.

[0027] Die Erfindung ist anhand einer Ausgestaltung des Verteilerkanals 2 für einen Reaktionsraum 8 erläutert, sie kann aber auch entsprechend angepaßt im Sammelkanal 3 der Reaktionskanäle 8 angeordnet sein und/oder eine entsprechende erfindungsgemäße Maßnahme kann für etwaige Verteiler- und Sammelkanäle 2, 3 des Kühlraums 9 vorgesehen sein.

[0028] Im Verteilerkanal 2 ist eine konstruktive Anpassung des vom Reaktionsmedium 6 durchströmten Querschnitts vor und nach jedem Reaktionsraum 8 vorgesehen, so daß sich gleichmäßige Strömungsgeschwindigkeiten im Kanal 2 ergeben und daraus resultierend möglichst konstante statische Drücke über die Lauflänge L des Verteilerkanals 2 einstellen. Vorzugsweise wird die durchströmbare Querschnittsfläche in Strömungsrichtung S verkleinert. Wird ein Sammelkanal 3 betrachtet, so ist bevorzugt die durchströmbare Querschnittsfläche in Strömungsrichtung S vergrößert.

[0029] Bevorzugt ist eine Ausführung mit einer linearen Verkleinerung der durchströmten Querschnittsfläche des Verteilerkanals 2 über der Kanallauflänge L. Daraus resultiert ein einheitlicher statischer Druck entlang der Länge L des Kanals 2, der für eine Gleichverteilung des Mengenstroms in die einzelnen Reaktionskanäle 8 sorgt. Der lichte, durchströmbare Querschnitt des Kanals 2 wird entlang der Kanallänge L kontinuierlich verändert.

[0030] Günstig ist, die durchströmbare Querschnittsfläche durch Einfügen eines Einlegekörpers 7 in den Verteilerkanal 2 zu verändern. Der Einlegekörper 7 kann massiv ausgeführt sein, er kann jedoch auch für das Reaktionsmedium 6 partiell durchlässig sein, insbesondere aus einem porösen Material oder einem Gewebe bestehen. Der lichte Querschnitt des Kanals 2 wird durch die nichtdurchlässigen Anteile des porösen Materials bzw. des Gewebes verkleinert. Im Falle eines durchlässigen Einlegekörpers 7 kann dieser auch so angeordnet werden, daß das Medium 6 beim Verlassen des Verteilerkanals 2 und/oder beim Eintritt in den Sammelkanal 3 durch den Einlegekörper 7 strömen kann.

[0031] Zweckmäßigerweise ist die Länge des Einlegekörpers 7 in etwa gleich der Länge L des Verteilerka-

nals 2. Er ist bevorzugt kegelförmig oder konusförmig ausgebildet. Diese Maßnahme erfordert nur einen sehr geringen konstruktiven Aufwand. Ein besonderer Vorteil ist, daß bereits bestehende Reaktoren auf einfache Weise aus- oder nachgerüstet werden können, indem ein solches Einlegeeteil 7 eingebaut wird.

[0032] Durch die Querschnittsveränderung wird die Druckverteilung im Kanal 2 verändert, womit auch der Massenstrom im Kanal 2 beeinflußt wird. Dies kann auch in Reaktoren eingesetzt werden, in denen katalytische Reaktionen ablaufen. Der Vorteil ist, daß die erfindungsgemäße Maßnahme eine gezielte Temperaturverteilung durch die entsprechende Verteilung der Massenströme durch etwaige katalytisch aktive Bereiche in den Reaktionsräumen 8 erlaubt. Insbesondere wird z.B. eine gleichmäßige Temperaturverteilung in den verschiedenen Reaktorräumen ermöglicht. Bei einer Anwendung in direkt beheizten Reformern, die z.B. bei Brennstoffzellensystemen zum Einsatz kommen, wird so eine zu starke und schädliche thermische Beanspruchung des Katalysators vermieden, ebenso wie sogen. Bypass-Effekte durch zu niedrige Temperaturen in einzelnen Reaktorräumen.

[0033] Eine entsprechende erfindungsgemäße Ausgestaltung kann auch in einem Sammelkanal 3 ausgeführt werden, in dem das Reaktionsmedium 6 aus den Reaktionsräumen 8 gesammelt und aus dem Gasraum abgeführt wird. Die Maßnahme kann ebenso im Kühlraum angewendet werden, dessen Kühlkanäle 9 alternierend mit den Reaktionskanälen 8 abwechseln. Ebenso ist es möglich, die einzelne oder alle dieser Maßnahmen miteinander zu kombinieren. Insbesondere kann der Plattenreaktor 5 auch mehrstufig aufgebaut sein, wobei mehrere Gasräume in an sich bekannter Weise hintereinandergeschaltet sind.

[0034] Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Plattenreaktors 5 wird in einem mehrstufigen Plattenreaktor durch eine Kombination des Einlegeteils 7 mit in den Plattenreaktor 5 integrierten Dosiervorrichtungen für Reaktionsmedien 6 erzielt.

[0035] Werden mehrere Gasräume gemäß Fig. 2 hintereinander geschaltet, entsteht ein mehrstufiger Plattenreaktor 5. Durch ein zusätzliches Zudosieren von Reaktionsmedien 6 in die zweite und/oder dritte und/oder weitere Reaktorstufe gelingt es, die Reaktionsbedingungen über die gesamte Reaktorordnung im wesentlichen gleichmäßig zu gestalten. Besonders vorteilhaft ist, eine Lanze, wie z.B. in Fig. 5 dargestellt, zur Zudosierung von Medien in weiteren Reaktorräumen mit dem Einlegekörper 7 in einem einzigen Bauteil zu integrieren. Derartige Dosiervorrichtungen sind z.B. in der DE 197 53 720 beschrieben, wo einen Plattenreaktor offenbart ist, der z.B. zur Oxidation von Kohlenmonoxid in Reformern für Brennstoffzellensysteme eingesetzt werden kann. Eine solche Dosierlanze kann hier auch mit einem Einlegekörper 4 gemäß Fig. 1 alleine oder in Kombination mit einem der anderen Einlegekörper 7, 10, 11 kombiniert werden.

[0036] In Fig. 3 ist eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verteilerkanals 2 mit einem Einlegeeteil 7 angegeben. Im Verteilerkanal 2 ist ein Einlegeeteil 7 angeordnet, welches aus mehreren Einzellagen 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5 besteht, die in Strömungsrichtung versetzt aufeinander angeordnet sind, so daß die Dicke des Einlegekörpers 7 in Strömungsrichtung zunimmt. Dadurch nimmt wiederum der durchströmte Querschnitt in Strömungsrichtung ab. Der Einlegekörper 7 kann massiv ausgeführt sein, es kann jedoch auch aus Gewebe bestehen. Das Einlegeeteil 7 kann sowohl rechteckig als auch zylinderförmig oder auch kegel- oder konusförmig wie in Fig. 2 ausgebildet sein.

[0037] In Fig. 4 ist eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verteilerkanals 2 mit einem Einlegekörper 10 angegeben. Der Einlegekörper 10 besteht aus einem porösen Material oder einem Gewebe, dessen Dichte in Strömungsrichtung entlang der Lauflänge L des Kanals 2 zunimmt. Es kann jedoch auch eine Anordnung ausgewählt werden, bei der die Dichte in Strömungsrichtung abnimmt. Ein solcher Einlegekörper 10 kann wie bei den anderen Ausführungsbeispielen auch im Sammelkanal 3 eingesetzt werden.

[0038] Ein vorteilhaftes Einlegeeteil 10 ist ein Hohlkörper, insbesondere ein Filter.

[0039] Der Einlegekörper 10 kann auch z.B. aus mehreren übereinandergelegten zylinderförmigen Stopfen gebildet werden, deren Dichte sich graduell von einem zum anderen Stopfen ändert. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen Kegel aus porösem Material zu bilden, bei dem Kegelstümpfe mit unterschiedlicher oder auch gleicher Dichte zusammengefügt werden.

[0040] Ein Detail einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist in Fig. 5 dargestellt, bei der mehrere Gasräume eines mehrstufigen Plattenreaktors 5, wie in Fig. 2 dargestellt, hintereinander geschaltet sind und bei dem ein zusätzliches Zudosieren von Reaktionsmedien 5 in die zweite und/oder dritte und/oder weitere Reaktorstufe erfolgt. Ein vorteilhaft ausgebildeter Einlegekörper 11 ist als Lanze zur Zudosierung von Medien in weitere Reaktorräume des mehrstufigen Reaktors ausgebildet, von der ein in einen Sammelkanal einer Stufe n+1 des Reaktors hineinragendes Ende mit sich in Strömungsrichtung verjüngenden Querschnitt dargestellt ist.

[0041] Ein Reaktionsmedium 6, etwa ein Medientgemisch, tritt durch das am Beginn des Verteilerkanals 2 liegende Ende des Einlegekörpers 11, welches einen großen durchströmbar Querschnitt aufweist, in den Verteilerkanal 2 ein und an dessen entgegengesetzten Ende durch einen kleinen Querschnitt aus dem Einlegekörper 11 aus und in den Verteilerkanal 2 ein, der an dieser Stelle einen großen durchströmbar Querschnitt aufweist. Der Verteilerkanal 2 verteilt das Reaktionsmedium 6 dann in die Kanäle 8. Im Inneren des Einlegekörpers 11 können zusätzlich Verwirbelungskörper zur besseren Durchmischung von Medientgemisch

schen vorgesehen sein.

[0042] Dabei kann der Einlegekörper 11 wie in Fig. 5a rotationssymmetrisch ausgebildet oder wie in Fig. 5b asymmetrisch ausgebildet sein. Das Profil des Endes des lanzenförmigen Einlegekörpers 11 mit veränderlichem Querschnitt kann an die gewünschten Druckverhältnisse im Reaktor angepaßt werden.

[0043] Die Anordnung kann ebenso in weiteren Sammel- und/oder Verteilerkanälen des Reaktors 5 vorgesehen sein.

[0044] In Fig. 6 ist die ganze Lanze, welche den Einlegekörper 11 bildet, schematisch dargestellt. Die Lanze ragt durch den Sammelkanal 3 einer Stufe n des Reaktors 5 in den Verteilerkanal 2 der Stufe n+1 hinein. Von außen wird unabhängig von aus dem Sammelkanal 3 der Stufe n stammenden Reaktionsmedien ein zusätzliches Reaktionsmedium 6 in die Stufe n+1 eingeführt. Damit werden die Reaktionsbedingungen in dem mehrstufigen Reaktor 5 homogenisiert.

[0045] In einer besonders bevorzugten Verwendung dieser Anordnung wird Sauerstoff über die Lanze in einen mehrstufigen Plattenreaktor Zudosiert, in welchem Kohlenmonoxid (CO) oxidiert wird, um z.B. insbesondere ein wasserstoffreiches Reformat von unerwünschten CO-Anteilen zu reinigen.

[0046] Es ist auch möglich, den Einlegekörper 4, 7, 10, 11 katalysatorhaltig auszubilden, insbesondere mit katalytisch aktivem Material zu beschichten und/oder zu tränken und/oder ganz aus katalytisch aktivem Material zu fertigen. Dies ist besonders einfach bei einem Gewebe, welches zudem einfach in die gewünschte Form gebracht werden kann. Es ist jedoch auch möglich, zusätzlich katalytisch aktives Material im Sammel- und/oder Verteilerkanal 2, 3 oder unabhängig von einem Einlegekörper 4, 7, 10, 11 vorzusehen.

[0047] Besonders vorteilhaft ist dies bei der Verwendung von Gewebe wie Vliese oder Drahtgestrick, welches als Einlegekörper 4, 7, 10, 11 in den Verteiler- und/oder Sammelkanal 2, 3 eines Plattenreaktors 5 in einem Brennstoffzellensystem eingeführt wird. Eine etwaige katalytische Beschichtung dieses Einlegekörpers kann besonders vorteilhaft zur Verbesserung der Kaltstartreaktion der Brennstoffzellen verwendet werden.

[0048] Die Verwendung von Gewebe für poröse Einlegekörper 4, 7, 10 ist besonders günstig zur zusätzlichen Entfernung von Partikeln aus den Reaktionsmedien 6.

## Patentansprüche

1. Plattenreaktor mit mindestens zwei parallel durchströmten Kanälen (8, 9) und zumindest einem den durchströmten Kanälen (8, 9) zugeordneten Verteilerkanal (2) und einem den durchströmten Kanälen (8, 9) zugeordneten Sammelkanal (3), wobei Medien (6) durch den Verteilerkanal-Eingang in den Verteilerkanal (2) einleitbar und zu den durch-

strömten Kanälen (8, 9) zuführbar und aus den durchströmten Kanälen (8, 9) in den Sammelkanal (3) durch den Ausgang des Sammelkanals (3) abführbar sind,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Einlegekörper (4, 7, 10) im Strömungsweg des Mediums (6) angeordnet ist, um die Strömungsverteilung in den Kanälen (8, 9) zu homogenisieren, und daß der Einlegekörper (4, 7, 10) entlang des Verteilerkanals (2) und/oder Sammelkanals in Strömungsrichtung (S) eine veränderliche Durchlässigkeit für das Medium (6) aufweist.

2. Plattenreaktor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Durchlässigkeit des Einlegekörpers (4, 7, 10) in den Bereichen des Verteiler- und oder Sammelkanals geringer ist, in denen ohne Einlegekörper (4, 7, 10) ein höherer Massenstrom herrschen würde als in den Bereichen, in denen ohne Einlegekörper ein geringerer Massenstrom herrschen würde.

3. Plattenreaktor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Einlegekörper (4, 7, 10) im Verteiler- und/oder Sammelkanal (2, 3) durch ein oder mehrere Einzellagen (4.1, 4.2, 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5) gebildet ist.

4. Plattenreaktor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Querschnitt des Verteilerkanals (2) in Strömungsrichtung (S) abnimmt und/oder der Querschnitt Sammelkanals (3) in Strömungsrichtung (S) zunimmt.

5. Plattenreaktor nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß zusätzlich Einlegekörper (7, 10, 11) vorgesehen sind, um den Querschnitt von Verteiler- und/oder Sammelkanal (2, 3) zu verändern.

6. Plattenreaktor nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Einlegekörper (7) aus für Medien (6) partiell durchlässigem Material gebildet ist.

7. Plattenreaktor nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Einlegekörper (4, 7, 10) entlang der Strömungsrichtung (S) eine veränderliche Dichte aufweist.

8. Plattenreaktor nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Einlegekörper (4, 7, 10) entlang der Strömungsrichtung (S) eine veränderliche Dicke aufweist.

9. Plattenreaktor nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Einlegekörper (4, 7, 10, 11) katalytisch aktives Material aufweist.

10. Plattenreaktor nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Einlegekörper (11) Öffnungen zur Zufuhr oder Abfuhr von Reaktionsmedien (6) aufweist, durch die zusätzlich Reaktionsmedien (6) in den Sammel- und/oder Abfuhrkanal (2, 3) zuführbar sind.

11. Plattenreaktor nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Einlegekörper (11) als Lanze zum Zudosieren von Reaktionsmedien (6) in mindestens eine Stufe eines mehrstufigen Reaktors (5) vorgesehen ist.

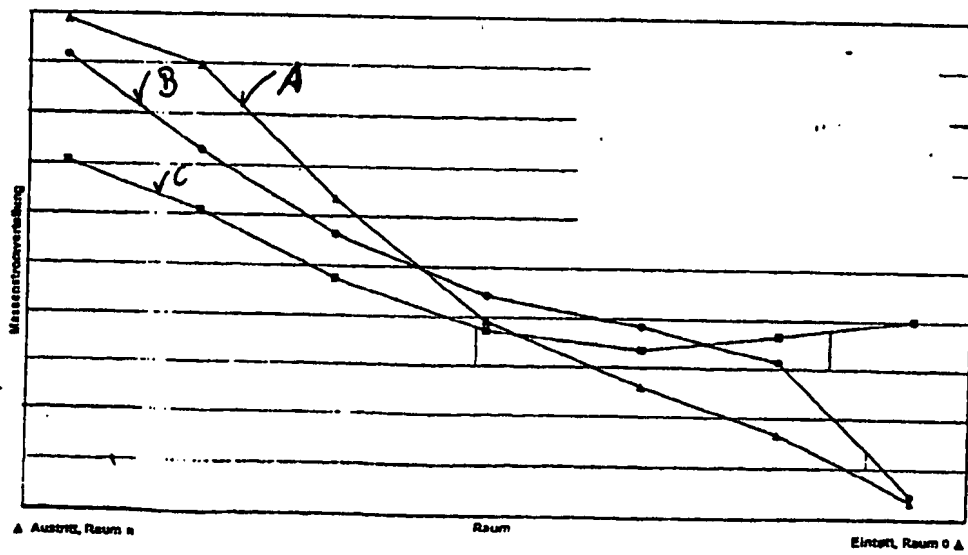
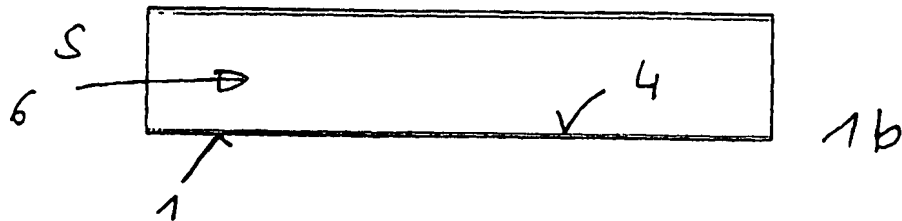
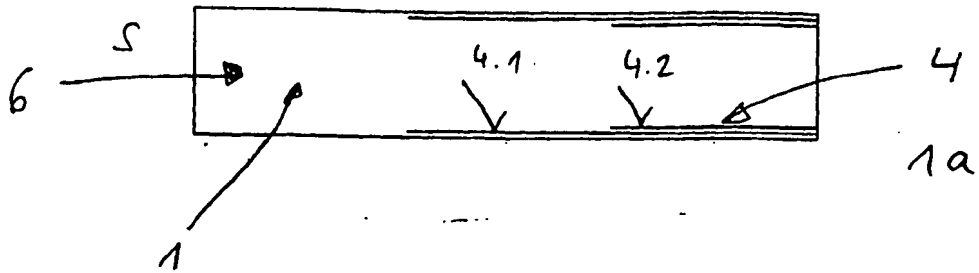


Fig. 1

1c

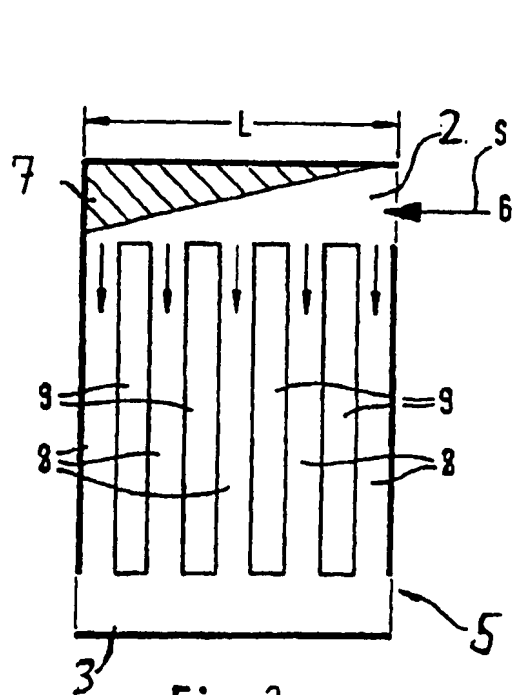


Fig. 2

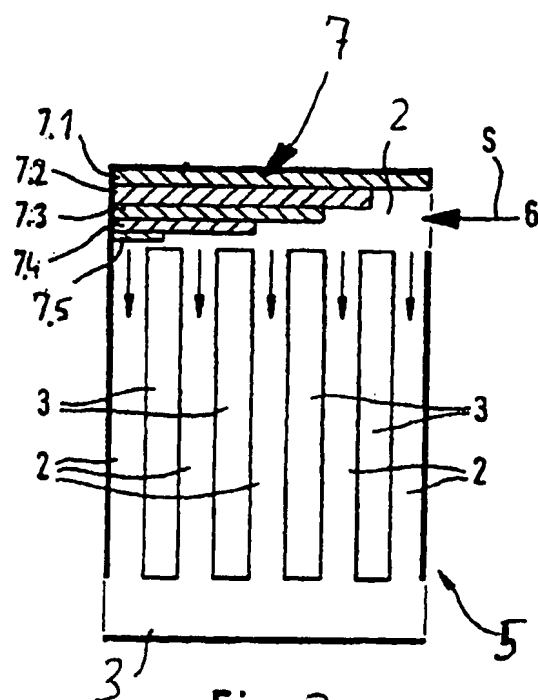


Fig. 3

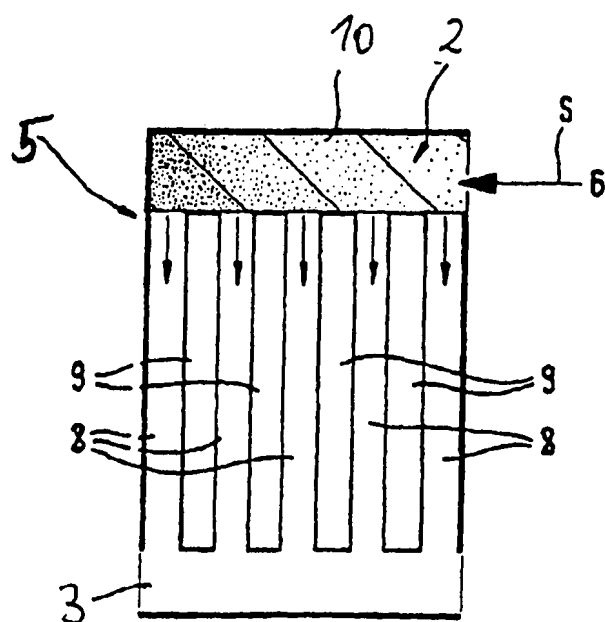


Fig. 4



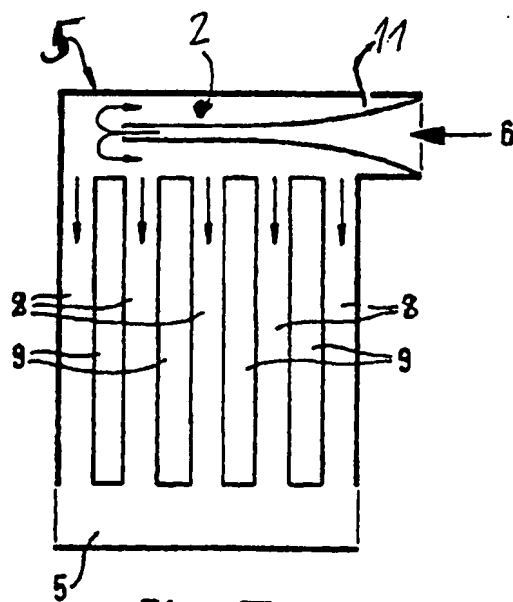


Fig. 5a

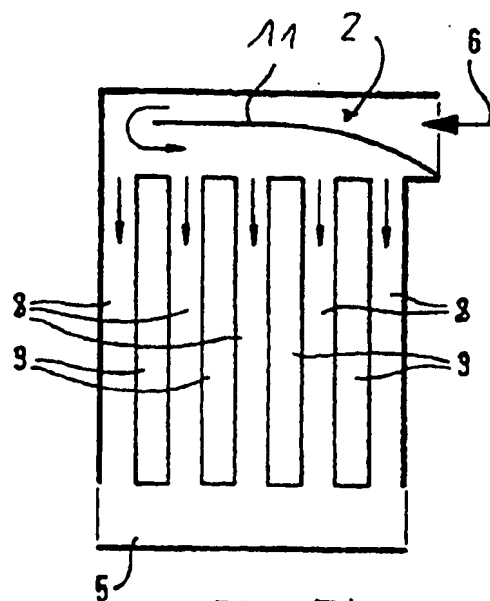


Fig. 5b

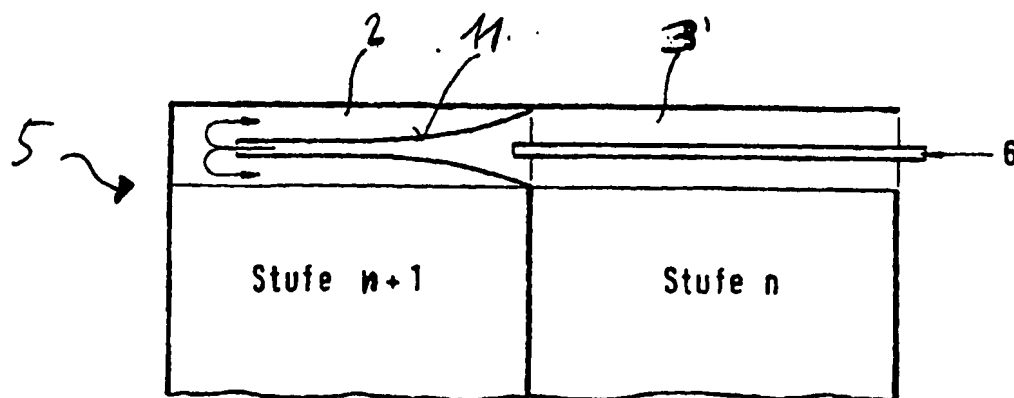


Fig. 6



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 038 575 A3**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
27.12.2000 Patentblatt 2000/52

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B01J 19/24**, B01J 8/02,  
B01J 8/00, C01B 3/58

(43) Veröffentlichungstag A2:  
27.09.2000 Patentblatt 2000/39

(21) Anmeldenummer: 00102512.1

(22) Anmeldetag: 05.02.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: 19.03.1999 DE 19912318

(71) Anmelder: XCELLSIS GmbH  
73230 Kirchheim / Teck-Nabern (DE)

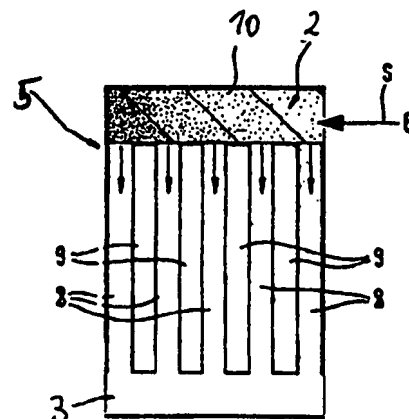
(72) Erfinder:  
• **Blrk, Wolfram**  
73235 Weilheim (DE)

• **Brauchle, Stefan**  
88400 Biberach/Riss (DE)  
• **Wolfsteiner, Matthias**  
91793 Alesheim (DE)

(74) Vertreter:  
**Kocher, Klaus-Peter Dipl.-Phys et al**  
**DaimlerChrysler AG,**  
**Intellectual Property Management,**  
**FTP/A-C106**  
70546 Stuttgart (DE)

### (54) Plattenreaktor

(57) Die Erfindung betrifft einen Plattenreaktor mit mindestens zwei parallel durchströmten Kanälen (8,9) und zumindest einem den durchströmten Kanälen zugeordneten Verteilerkanal (2) und einem den durchströmten Kanälen zugeordneten Sammelkanal (3), wobei Medien (6) durch den Verteilerkanal-Eingang in den Verteilerkanal (2) einleitbar und zu den durchströmten Kanälen (8,9) zuführbar und aus den durchströmten Kanälen (8,9) in den Sammelkanal (3) durch den Ausgang des Sammelkanals (3) abführbar sind und wobei ein Einlegekörper (4,7,10) in den Verteilerkanal (2) eingelegt ist, wobei der Einlegekörper (4,7,10) im Strömungsweg des Mediums angeordnet ist und der Einlegekörper entlang des Verteilerkanals (2) in Strömungsrichtung eine abnehmende Durchlässigkeit für das Medium aufweist und/oder im Sammelkanal (3) im Strömungsweg des Mediums (6) ein Einlegekörper eingelegt ist, der entlang des Sammelkanals in Strömungsrichtung eine zunehmende Durchlässigkeit aufweist.



**Fig. 4**

**EP 1 038 575 A3**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 2512

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kernzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 44 22 178 A (FLITSCH E GMBH & CO) 12. Januar 1995 (1995-01-12) * Spalte 3, Zeile 29 - Spalte 4, Zeile 25 * * Ansprüche 1-16; Abbildungen 2,3 *	1-5, 10, 11	B01J19/24 B01J8/02 B01J8/00 C01B3/58
P, X	EP 0 911 598 A (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 28. April 1999 (1999-04-28) * das ganze Dokument *	1, 2, 10, 11	
X	DE 197 46 074 A (TOSHIBA KAWASAKI KK) 14. Mai 1998 (1998-05-14) * Spalte 13, Zeile 7 - Zeile 39 * * Spalte 14, Zeile 41 - Spalte 15, Zeile 12 * * Abbildungen 15, 17 *	1, 2, 4	
X	US 5 776 421 A (MATSUMURA MITSUIE ET AL) 7. Juli 1998 (1998-07-07) * Spalte 9, Zeile 49 - Zeile 62 * * Abbildung 1 *	1	
A	DE 195 12 219 C (MANNESMANN AG) 4. April 1996 (1996-04-04) * das ganze Dokument *	1, 4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B01J C01B H01M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>30. Oktober 2000</b>	
		Prüfer <b>Vlassis, M</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 2512

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-10-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4422178 A	12-01-1995	AT 163224 T	15-02-1998
		CA 2166395 A	19-01-1995
		DE 59405261 D	19-03-1998
		DK 706633 T	28-09-1998
		WO 9502159 A	19-01-1995
		EP 0706633 A	17-04-1996
		ES 2115242 T	16-06-1998
		US 5806586 A	15-09-1998
EP 0911598 A	28-04-1999	DE 19747034 A	29-04-1999
DE 19746074 A	14-05-1998	JP 10177864 A	30-06-1998
		US 6099983 A	08-08-2000
US 5776421 A	07-07-1998	JP 9030801 A	04-02-1997
DE 19512219 C	04-04-1996	AT 184391 T	15-09-1999
		CA 2215966 A	26-09-1996
		WO 9629559 A	26-09-1996
		DE 59603005 D	14-10-1999
		DK 815406 T	20-12-1999
		EP 0815406 A	07-01-1998
		ES 2135875 T	01-11-1999
		GR 3031816 T	29-02-2000
		US 5945074 A	31-08-1999
		ZA 9602341 A	05-09-1996

EPO Form P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82